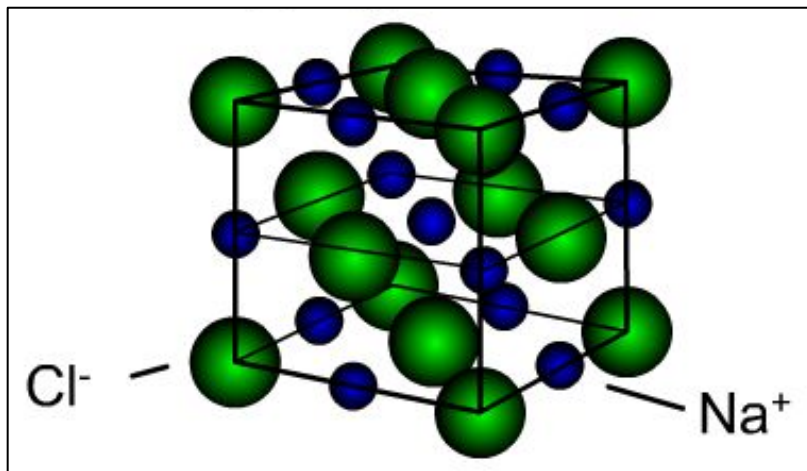


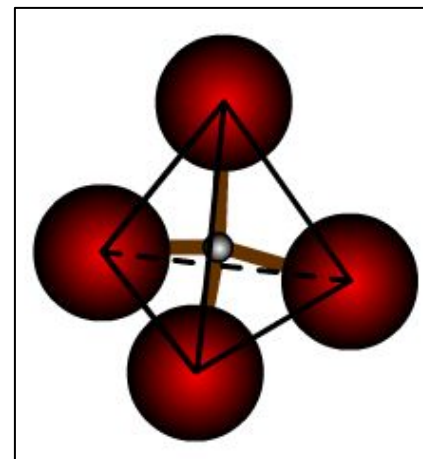
Минерал – природное химическое соединение кристаллической структуры, образовавшееся в ходе геологических процессов на Земле или сходных процессов на других космических телах.

Минеральный вид – минералы однотипной структуры и с химическим составом, который может изменяться только в определенных границах в результате изоморфного замещения элементов их кристаллохимическими аналогами.

Разновидность минерала – незначительные изменения структуры, состава или морфологии минералов в пределах минерального вида.

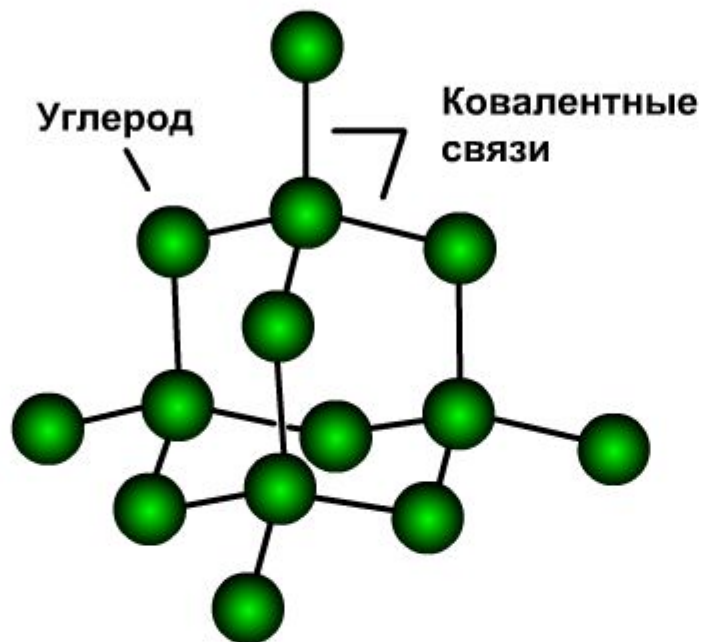


Гали
т
NaCl



[SiO₄]

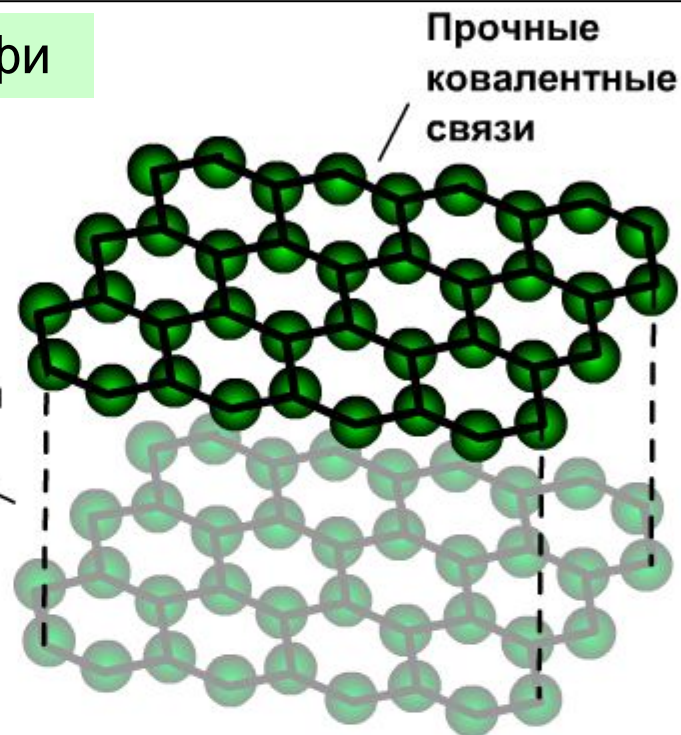
Алмаз



Графи

т

Слабые Ван дер
Ваальсовы связи



Изоморфизм – это способность близких по химическим свойствам и размеру атомов, ионов или атомных групп замещать друг друга в кристаллической решетке минералов, не нарушая их структуры.

- *Изовалентный изоморфизм* – замещение химических элементов одинаковой валентности

Пример: $\text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ в оливине $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$

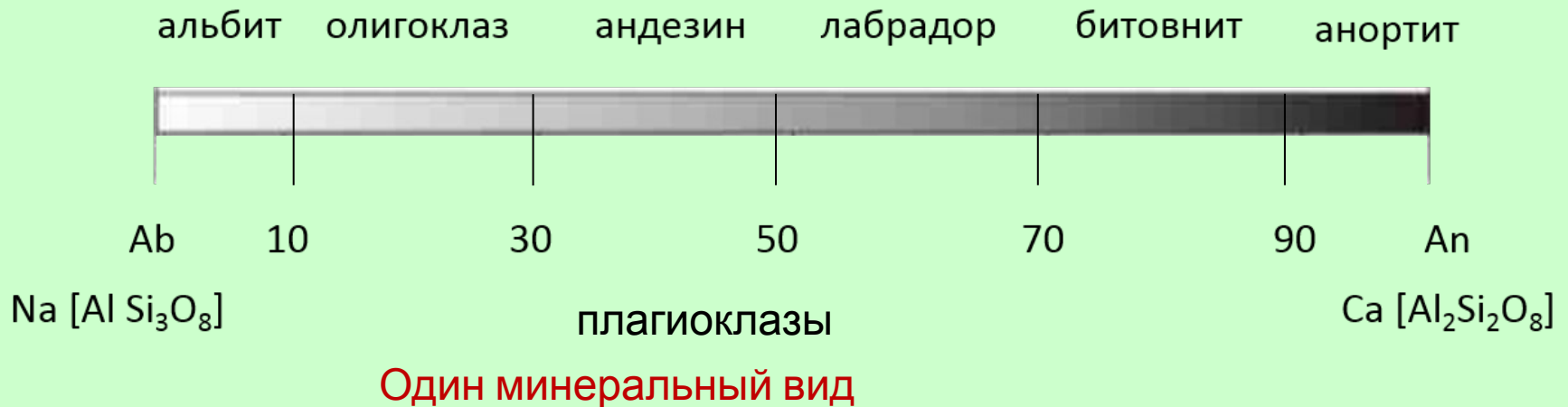
непрерывное изменение состава от существенно магниального форстерита до существенно железистого фаялита.

- *Гетеровалентный изоморфизм* – замещение химических элементов или атомных групп разной валентности

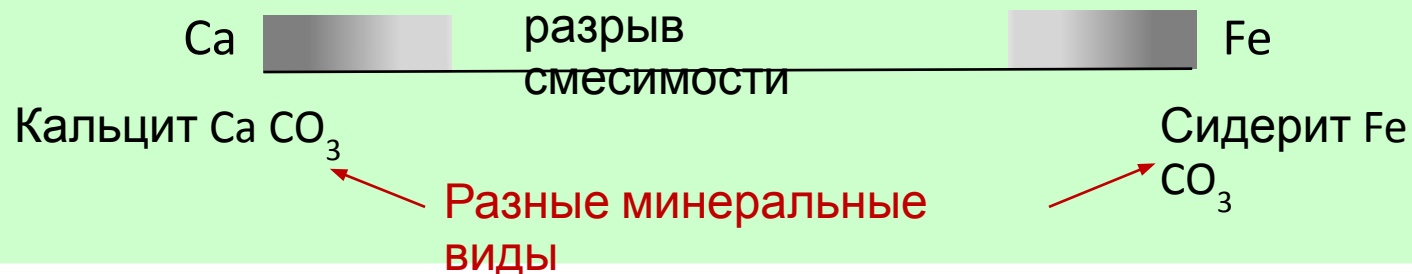
Пример: альбит $\text{Na} [\text{Al Si}_3\text{O}_8]$ $\rightarrow$ анортит $\text{Ca} [\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$

непрерывный ряд замещений групп $\text{Na}^{1+}\text{Si}^{4+}$ и $\text{Ca}^{2+}\text{Al}^{3+}$ в плагиоклазах. Суммарная их валентность одинакова, а валентность отдельных катионов разная.

- *Полный (совершенный) изоморфизм* – непрерывное изменение состава



- *Ограниченный изоморфизм* – есть разрывы в СМЕСИМОСТИ



Полиморфизм – свойство одного и того же химического соединения кристаллизоваться, образуя разную структуру.

Пример:

C – графит (гексагональный), алмаз (кубический)

CaCO₃ – кальцит (тригональный), арагонит (ромбический)

FeS₂ – пирит (кубический), марказит (ромбический)

- Минералы, имеющие одинаковый химический состав, но разную структуру относятся к разным минеральным видам, которые называются **полиморфными модификациями**.
- Минералы с однотипной структурой, но переменным химическим составом объединяются в один минеральный вид при условии непрерывности изменения их состава, т.е. при *полном (совершенном) изоморфизме*.

Разновидность минерала – незначительные изменения структуры, состава или морфологии минералов в пределах минерального вида.

- **По цвету**, связанному с различным характером примесей и дефектов решетки, для кварца выделяют разновидности:
 - морион (черный)
 - цитрин** (желтый)
 - аметист** (фиолетовый)
 - празем** (зеленый)
- **По форме** выделения минерала (морфологии) выделяют:
 - стеатит – плотный скрытокристаллический тальк
 - селенит – волокнистый гипс и т. д.

Основные свойства минералов

- Цвет
- Цвет черты
- Блеск
- Прозрачность
- Спайность
- Отдельность
- Излом
- Твердость
- Плотность

Цвет – способность минерала отражать или пропускать через себя ту или иную часть видимого спектра.

Цвет минерала может быть обусловлен:

- наличием в его структуре элементов-хромофоров
(Cu, Fe, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni и др.)
- дефектами кристаллической решетки
- примесями, как изоморфными, т. е. входящими в структуру минерала, так и механическими

Типы окраски:

- Идиохроматическая
- Аллохроматическая
- Псевдохроматическая

Идиохроматическая окраска (собственная) – обусловлена присутствием элементов хромофоров, дефектами кристаллической решетки.

Элементы-хромофоры могут окрашивать минералы в разные цвета в зависимости от их валентности, концентрации, присутствия других химических элементов и соединений и пр.

Аллохроматическая окраска (чужеродная) – обусловлена механическими примесями в минерале.
Не постоянна.

Газово-жидкие включения

Включения других минералов

Включения органики

Псевдохроматическая окраска (ложная) – обусловлена оптическими эффектами

- **Иризация** - цветной отлив на гранях или плоскостях спайности некоторых минералов (например, лабрадор), обусловленный наличием тонких включений или трещин, вызывающих интерференцию лучей света.
- **Побежалость** - цветная пленка на слегка окислившейся поверхности минерала (халькопирит, борнит).

Шкала цвета

- Физическая
- Бытовая
- Промышленная



	Fe³⁺	красно-бурый	сидерит	Fe CO ₃
	Fe²⁺	зеленый	анапаит	Ca ₂ Fe ²⁺ [PO ₄] ₂ 4H ₂ O
	Mn³⁺	розовый	родонит	Ca Mn ₄ [Si ₃ O ₉])
	Cr³⁺	зеленый ¹ красный	уваровит рубин	Ca ₃ Cr ₂ [SiO ₄] ₃ Al ₂ O ₃
	Cr⁶⁺	оранжевый	крокоит	Pb [CrO ₄]
	Cu²⁺	зеленый ² синий	малахит азурит	Cu ₂ [CO ₃] ₂ OH ₂ Cu ₃ [CO ₃] ₂ OH ₂
	Co²⁺	розовый	эритрин	Co ₃ [AsO ₄] ₂ 8H ₂ O
	Ni²⁺	зеленый	гарниерит	Ni [Si ₄ O ₁₀] (OH) ₄ 4H ₂ O
	V³⁺	зеленый	смарагдит	Ca ₂ (Mg, Fe ²⁺) ₅ [Si ₈ O ₂₂]OH ₂
	Ti⁴⁺	синий ³	сапфир	Al ₂ O ₃

Цвет черты – цвет минерала в порошке на белом фоне

- Обычно используют не глазурованный фарфор - **бисквит**
- Цвет черты более постоянен, чем цвет самого минерала
например, все цветные разновидности кварца:
фиолетовый аметист, желтый цитрин, черный морион и пр. – имеют белую черту
- Сульфиды, оксиды и гидроксиды металлов, самородные металлы – часто имеют черную, серую, коричневую или красную черту разных оттенков.
- Прочие минералы – чаще бледно окрашенную или белую

Блеск – способность минерала отражать свет

Интенсивность и характер блеска зависит от:

- показателя преломления (N),
- отражательной способности (R)
- характера поверхности, от которой отражается свет.

Типы блеска:

- Стеклянный $N = 1,3–1,9$; $R < 15 \%$ основная часть минералов
- Алмазный $N = 1,9–2,6$; $R = 15–19 \%$ алмаз, сфалерит, киноварь
- Полуметаллический $N = 2,6–3,0$; $R = 19–26 \%$ магнетит
- Металлический $N > 3,0$; $R > 26 \%$ пирит, халькопирит

Жирный – у минералов со стеклянным и алмазным блеском на скрытобугорчатой поверхности излома (**кварц, нефелин**)

Восковый – у скрытокристаллических масс и твердых гелей (**кремни, опал**)

Матовый – у пористых тонкодисперсных масс (**мел, каолин, лимонит**)

У минералов, обладающих явно выраженной ориентировкой элементов строения, возникает **отлив**:

Шелковистый – в минералах с параллельно-волокнистым строением (**асбест, селенит**)

Перламутровый – у прозрачных минералов с весьма совершенной спайностью (**мусковит, гипс**)

Прозрачность – способность минерала пропускать через себя свет.

- **Прозрачные** – хорошо пропускают свет. Видны внутренние дефекты (трещины, включения)
- **Полупрозрачные** – просвечивают в тонких осколках или шлифах
- **Непрозрачные** – не просвечивают даже в тонких пластинках

Плотность – масса вещества в единице объема

- легкие – $< 2,5$ (гипс)
 - средние – $2,5–4,0$ (кварц, полевые шпаты)
 - тяжелые – $4,0–8,0$ (пирит, халькопирит)
 - очень тяжелые – $> 8,0$ (киноварь)
 - $0,8–0,9 \text{ г/см}^3$ природные кристаллические углеводороды
 - $22,7 \text{ г/см}^3$ осмистый иридий
- Преобладают минералы с плотностью $2,5–4,0 \text{ г/см}^3$

Плотность минералов возрастает:

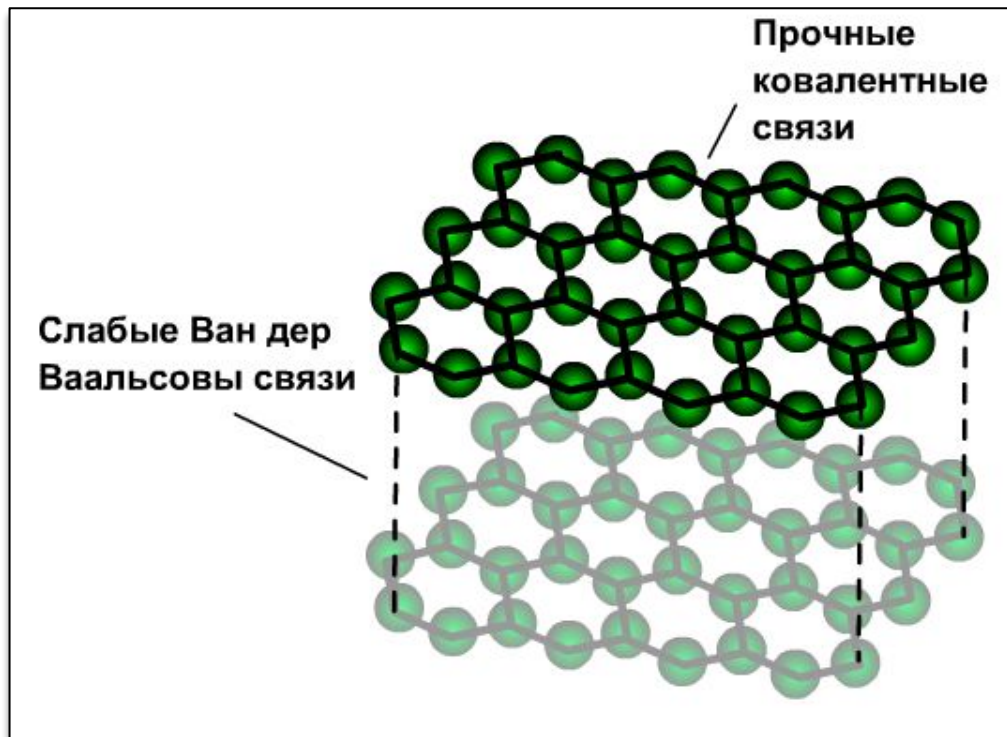
- с ростом компактности кристаллической структуры
- с увеличением атомного номера, слагающих его химических элементов
- с уменьшением их ионных радиусов.

Твердость – степень сопротивления минерала механическому воздействию

Шкала Мооса

Минерал	Относительная твердость	Абсолютная твердость кг/мм ²
Тальк	1	2,4
Гипс	2	36
Кальцит	3	109
Флюорит	4	189
Апатит	5	536
Ортоклаз	6	795
Кварц	7	1120
Топаз	8	1427
Корунд	9	2060
Алмаз	10	10060

Спайность – способность минерала раскалываться по определенным кристаллографическим направлениям с образованием гладких параллельных поверхностей, называемых *плоскостями спайности*



- степень ее совершенства
- простая форма, по которой кристалл раскалывается
- угол между плоскостями спайности

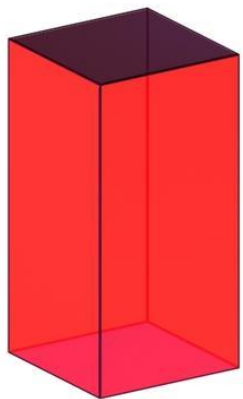
Условная шкала совершенства спайности

- **весьма совершенная** – минерал легко раскалывается или расщепляется на тонкие пластинки или листы (минералы со слоистой структурой: слюды, графит и пр.)
- **совершенная** – кристаллы колются на более толстые пластинки, бруски с ровными поверхностями (кальцит, галенит)
- **средняя** – поверхность скола не всегда ровная и блестящая (полевые шпаты)
- **несовершенная** – обнаруживается с трудом, поверхность скола неровная (апатит, нефелин)
- **отсутствие спайности** - (магнетит, гранаты)

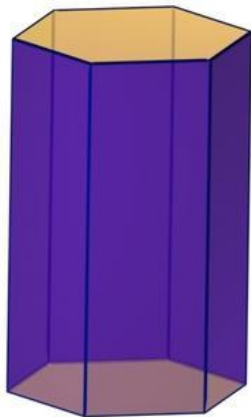
Количество направлений спайности

- по пинакоиду – **одно** направление
- по ромбической или тетрагональной призме – **два**
- по гексагональной призме, ромбоэдру и кубу – **три**
- по октаэдру – **четыре**
- по ромбододекаэдру – **шесть**

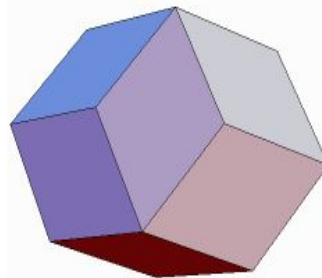
Простые формы кристаллов



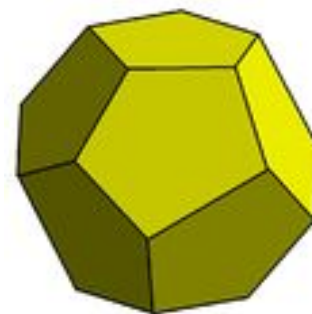
Тетрагональн
ая призма



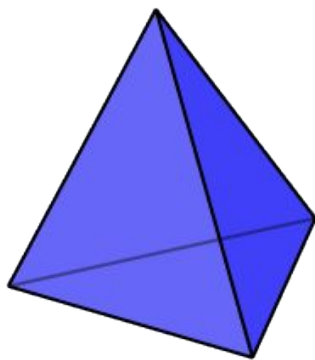
Гексагональна
я призма



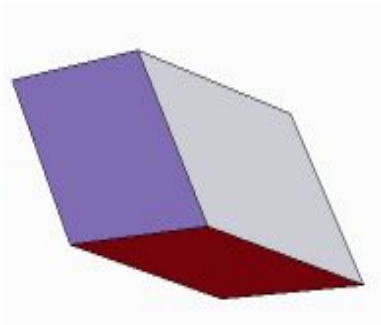
Ромбододекаэ
др



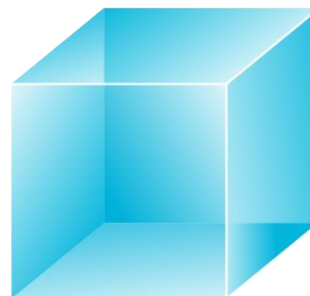
Пентагондодекаэ
др



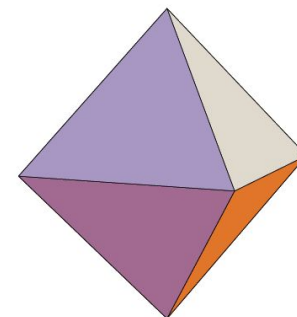
Тетраэ
др



Ромбоэдр



Куб



Октаэ
др

Отдельность – расколы кристаллов по плоскостям их физической неоднородности

- плоскости срастания двойников
- поверхности зон и секторов роста кристаллов
- плоскости мельчайших включений других минералов



Излом – вид поверхности, образованный при раскалывании минерала

- **раковистый** – характерна вогнутая или выпуклая концентрически-ребристая поверхность, напоминающая форму створки раковины моллюска (кварц, оливин, халцедон)
- **неровный** – неровная поверхность раскола не имеет специфических особенностей, характерен для минералов с несовершенной спайностью или лишенных ее
- **ровный** – у минералов с 1 направлением совершенной спайности
- **ступенчатый** – у минералов с двумя и более направлениями спайности (полевые шпаты, галенит)
- **крючковатый** – характерный вид поверхности раскола самородных металлов (медь, золото)
- **занозистый** – поверхность раскола с небольшими, но острыми и зазубренными неровностями (роговая обманка).

- магнитность
- люминесценция
- флюоресценция
- ковкость
- хрупкость
- упругость
- радиоактивность
- растворимость и др.